

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-167518

(43)Date of publication of application : 25.06.1996

(51)Int.Cl.

H01F 1/22

H01F 41/02

(21)Application number : 06-309059

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 13.12.1994

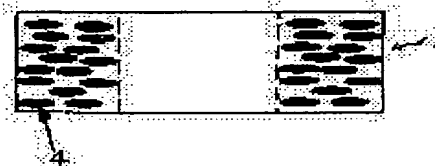
(72)Inventor : MITANI HIROYUKI  
HANAKI ATSUSHI

## (54) HIGH FREQUENCY DUST CORE AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a high frequency dust core in which the hysteresis loss is low and hence the core loss can be reduced as compared with a conventional high frequency dust core (the long axis of a shape-anisotropic soft magnetic powder is oriented in at random direction) and provide further a method for manufacturing the same.

CONSTITUTION: A method for manufacturing a high frequency dust core 7 comprises the steps of filling shape anisotropic soft magnetic powder 4 formed by flattening soft magnetic powder containing iron as a main component in a mold, and then dust molding to connect and solidify it in a ring state. In the case of molding the dust core of the method, the dust core is molded in a magnetic field in the state that the magnetic field of the same polarity at the upper and lower surfaces of the mold by two magnetic field generators installed at the upper and lower positions of the mold, the powder 4 is directed at the long axis direction radially of the ring, and orienting it. The core 7 is obtained by such a manufacturing method.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-167518

(43) 公開日 平成8年(1996)6月25日

(51) IntCl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 1/22				
41/02	D			
			H 0 1 F 1/ 22	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-309059  
 (22) 出願日 平成6年(1994)12月13日

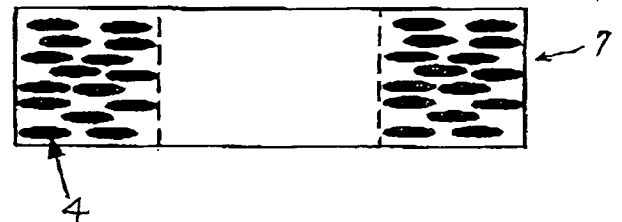
(71) 出願人 000001199  
 株式会社神戸製鋼所  
 兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号  
 (72) 発明者 三谷 宏幸  
 兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内  
 (72) 発明者 花木 敦司  
 兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内  
 (74) 代理人 弁理士 明田 亮

(54) 【発明の名称】 高周波用圧粉磁心及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】従来の高周波用圧粉磁心（形状異方性軟磁性粉末の長軸がアトランダムな方向に向いているもの）に比べ、ヒステリシス損が低く、引いては鉄損の低減がはかれる高周波用圧粉磁心及びその製造方法を提供する。

【構成】鉄を主成分とする軟磁性粉末を偏平加工してなる形状異方性軟磁性粉末4を成形用型内に充填した後、圧粉成形をしてリング状に圧粉、接合、固化する高周波用圧粉磁心7の製造法であって、圧粉成形の際、成形用型の上方と下方とに設置された2つの磁場発生器により成形用型の上面と下面とにそれぞれ同一の極性の磁場を発生させた状態で圧粉を行う磁場中成形をし、形状異方性軟磁性粉末4をその長軸方向をリングの径方向に向け、配向するもの及び、かかる製造法により得られる高周波用圧粉磁心7。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鉄を主成分とする軟磁性粉末を偏平加工することにより形状異方性を付与してなる形状異方性軟磁性粉末をリング状に圧粉、接合、固化してなる高周波用圧粉磁心において、前記形状異方性軟磁性粉末がその長軸方向をリングの径方向に向けて配向していることを特徴とする高周波用圧粉磁心。

【請求項2】 鉄を主成分とする軟磁性粉末を偏平加工することにより形状異方性を付与してなる形状異方性軟磁性粉末を圧粉成形用型内に充填した後、圧粉成形をしてリング状に圧粉、接合、固化する高周波用圧粉磁心の製造方法であって、前記圧粉成形の際、圧粉成形用型の上方と下方とに設置された2つの磁場発生器により圧粉成形用型の上面と下面とにそれぞれ同一の極性の磁場を発生させた状態で圧粉を行う磁場中成形をし、それにより、前記形状異方性軟磁性粉末をその長軸方向をリングの径方向に向けて配向させることを特徴とする高周波用圧粉磁心の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高周波用圧粉磁心及びその製造方法に関し、詳細には、鉄を主成分とする軟磁性粉末をリング状に圧粉成形（圧粉・接合・固化）した高周波用圧粉磁心及びその製造方法に関し、特に、低鉄損、中でも低ヒステリシス損という優れた磁気特性を有し、ノイズフィルターやチョークコイル等の電磁気部品として好適に使用できる高周波用圧粉磁心及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年の電気・電子機器の軽薄短小化傾向から、その機器全体に対して体積・重量比が大きな電源部の小型化が強く望まれている。その対策の一つとして、電源の動作周波数を高くする（高周波化する）ことによって、単位周波数あたりの処理電力を小さくする方法がある。該方法によれば電源内で大容積を占めているトランス・リアクトル等の磁性部品の容量即ち容積を小さくし得る。該方法によるものとして、現在では動作周波数が商用周波数（50又は60Hz）よりも高いkHzオーダーのスイッチング電源があり、小型化電源として用いられている。

【0003】 上記スイッチング電源においては、スイッチング動作により電氣的なノイズを発生する。該ノイズは他の電気・電子機器に誤動作等の影響を及ぼす。そこで、ノイズフィルターが設けられ、ノイズ除去が行われている。ところが、動作周波数が高い場合、ノイズフィルター部の渦電流損やヒステリシス損等の鉄損が大きく、そのためノイズフィルターは動力損を生じさせる。これは電源全体の効率低下或いは温度上昇を引き起こす原因となるため、前記ノイズフィルター部での鉄損を低減することが望まれる。更に、電源回路中に高周波化さ

2

れた電流が流れるため、電源回路で使用される電磁気部品（チョークコイルやトランス等）にも鉄損の低減が望まれる。

【0004】 かかるノイズフィルター、チョークコイル、トランス等の電磁気部品での鉄損を低減するには、それら電磁気部品を構成するための交流用軟磁性材料の鉄損を低減する必要があるが、それら軟磁性材料には、下記の如く、種々の問題点があり、十分な鉄損の低減がはかれていない現状にある。

10 【0005】 即ち、電磁気部品を構成する交流用軟磁性材料に関し、磁心としては、従来、表面を絶縁被覆処理した電磁鋼板を何層にも積層してなる磁心が用いられていたが、近年、前記の如き電源部の高周波化に伴い、高周波帯域での磁気特性の改善が求められている。しかし、上記磁心では1～2kHz以下の周波数域でしか好適に用いることができず、高周波用の磁性材料としては不適當である。一方、高周波用の磁性材料としては、近年多用されているソフトフェライトがあり、これは上記磁心に比べると、高周波帯域での磁気特性に優れ、鉄損値

20 【0006】 かかる問題点を解決すべく、最近、鉄を主成分とする軟磁性粉末に絶縁材料を塗布する絶縁処理を施した後、これをリング状に圧粉成形（圧粉、接合、固化）してなる高周波用圧粉磁心が開発されている。ここで、圧粉成形は、金型に軟磁性粉末を充填して加圧成形する方法により行われる。該磁心（以降、従来の高周波用圧粉磁心Aという）によれば、前記ソフトフェライトに比べ、磁束密度を向上できる利点があり、高周波帯域での磁気特性をさらに改善し得る。

30 【0007】 ところが、圧粉磁心は交流で使用される場合、周波数にかかわらずヒステリシス損及び渦電流損を生じる。一般にヒステリシス損は周波数に、渦電流損は周波数の2乗に比例するので、周波数が高くなるほど鉄損は大きくなる。従って、前記従来の高周波用圧粉磁心Aとしては鉄損の低減が重要な課題になる。ここで、ヒステリシス損は、残留磁気を打ち消すために消費するエネルギーであり、保磁力(Hc)が低いほど小さく、一方、渦電流損は、交番する磁界において誘起される電流により生じるため、電気抵抗が高いほど小さい。

40 【0008】 かかる鉄損の低減をはかるため、軟磁性粉末個々の絶縁をより強固にしたり、軟磁性粉末粒度をより細かくする方法がとられていた。しかし、これらの方法では、圧粉磁心での軟磁性粉末の占有率が低下し、透磁率の低下を招く。そこで、この透磁率の増大のため、軟磁性粉末を偏平加工することにより形状異方性を付与して形状異方性軟磁性粉末とし、該粉末に絶縁処理を施して絶縁被膜を形成させることにより該粉末間の電気抵抗を大きくして渦電流損を低減している。即ち、前記従来の高周波用圧粉磁心Aの球状の軟磁性粉末に代えて偏平状の形状異方性軟磁性粉末を用いたもの（以降、従来

50

3

の高周波用圧粉磁心Bという)が開発されている。又、ヒステリシス損の軽減をはかるべく、圧粉成形時に導入される歪を熱処理により開放して保磁力を低下させる歪とり焼鈍が行われている。

【0009】しかしながら、上記歪とり焼鈍の際の加熱温度は上記絶縁被膜の耐熱性により制限され、歪を完全に開放し得るような高温にはすることができず、そのため歪とり焼鈍によるヒステリシス損の軽減は未だ不十分である。又、たとえ歪とり焼鈍によるヒステリシス損の軽減が図れたとしても、従来の高周波用圧粉磁心Bにおいては、上記形状異方性軟磁性粉末を金型に充填した際、該粉末の長軸は一定方向を向かず、無作為(アトランダム)な方向に向いてしまい、引いては圧粉成形して得られる圧粉磁心は該粉末の長軸がアトランダムな方向に向いたものとなり、その結果、該粉末の一部のものは、圧粉磁心として使用の際の磁化方向に該粉末の長軸(即ち、磁化困難な方向)が向いており、それにより保磁力が高くなるため、ヒステリシス損が高くなる。

【0010】このように、ヒステリシス損の低減が未だ不十分であり、ヒステリシス損が高く、その低減が図れていない現状にある。かかるヒステリシス損は鉄損の増大を来すので、その低減は重要な課題である。特に、100kHzまでの周波数においてはヒステリシス損の低減は鉄損の低減に大きく寄与するので、重要な課題である。それは、前記の如く、ヒステリシス損は周波数に比例し、渦電流損は周波数の2乗に比例するため、周波数を徐々に高くすると、最初ヒステリシス損よりも小さかった渦電流損は急激に増大し、ヒステリシス損を上回り、そして、鉄を主成分とする軟磁性粉末を原料として用いた圧粉磁心においては、100kHzまでの周波数帯ではヒステリシス損の方が渦電流損よりも鉄損に占める割合が大きいからである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような事情に着目してなされたものであって、その目的は前記従来の高周波用圧粉磁心Bの有する問題点を解消し、ヒステリシス損の低減がはかれ、引いては鉄損の低減がはかれる高周波用圧粉磁心及びその製造方法を提供しようとするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る高周波用圧粉磁心及びその製造方法は次のような構成としている。即ち、請求項1記載の高周波用圧粉磁心は、鉄を主成分とする軟磁性粉末を偏平加工することにより形状異方性を付与してなる形状異方性軟磁性粉末をリング状に圧粉、接合、固化してなる高周波用圧粉磁心において、前記形状異方性軟磁性粉末がその長軸方向をリングの径方向に向けて配向していることを特徴とする高周波用圧粉磁心である。

【0013】請求項2記載の高周波用圧粉磁の製造方法

4

は、鉄を主成分とする軟磁性粉末を偏平加工することにより形状異方性を付与してなる形状異方性軟磁性粉末を圧粉成形用型内に充填した後、圧粉成形をしてリング状に圧粉、接合、固化する高周波用圧粉磁心の製造方法であって、前記圧粉成形の際、圧粉成形用型の上方と下方とに設置された2つの磁場発生器により圧粉成形用型の上面と下面とにそれぞれ同一の極性の磁場を発生させた状態で圧粉を行う磁場中成形をし、それにより、前記形状異方性軟磁性粉末をその長軸方向をリングの径方向に向けて配向させることを特徴とする高周波用圧粉磁心の製造方法である。

【0014】

【作用】本発明に係る高周波用圧粉磁心は、前記の如く、鉄を主成分とする軟磁性粉末を偏平加工することにより形状異方性を付与してなる形状異方性軟磁性粉末をリング状に圧粉、接合、固化してなる高周波用圧粉磁心において、前記形状異方性軟磁性粉末がその長軸方向をリングの径方向に向けて配向している。

【0015】ここで、上記軟磁性粉末の長軸方向は磁化困難な方向であり、短軸方向は磁化容易な方向である。又、圧粉磁心の使用の際、上記リングの径方向は磁化方向であり、リングの軸方向は磁路の方向となる。故に、前記形状異方性軟磁性粉末の長軸(磁化困難方向)が磁化方向を向き、該粉末の短軸(磁化容易方向)が磁路方向を向いて並んでいる。このように、磁路に対して形状異方性軟磁性粉末が短軸(磁化容易方向)に向いて並んでいるので、反磁界係数が高くなり、それにより保磁力が低くなるため、ヒステリシス損が小さくなる。

【0016】更に、交流磁界において高周波用圧粉磁心の用いられる周波数域では、磁界の変化に伴う磁化反転は磁壁移動によって達成され、形状異方性軟磁性粉末の短軸方向での磁壁移動は磁壁の移動距離が小さいため、磁壁移動中の損失が少なく、それによって更にヒステリシス損が小さくなる。

【0017】これに対し、従来の高周波用圧粉磁心Bにおいては、形状異方性軟磁性粉末の長軸がアトランダムな方向に向いているので、反磁界係数が低く、それにより保磁力が高くなるため、ヒステリシス損が高くなり、更に、磁壁の移動距離が大きく、そのため磁壁移動中の損失が大きくなることによってヒステリシス損が高くなる。

【0018】従って、本発明に係る高周波用圧粉磁心は、前記従来の高周波用圧粉磁心Bに比べ、ヒステリシス損が小さく、引いては鉄損の低減がはかれる。

【0019】本発明に係る高周波用圧粉磁心の製造方法は、前記の如く、鉄を主成分とする軟磁性粉末を偏平加工することにより形状異方性を付与してなる形状異方性軟磁性粉末を圧粉成形用型内に充填した後、圧粉成形をしてリング状に圧粉、接合、固化する高周波用圧粉磁心の製造方法であって、前記圧粉成形の際、圧粉成形用型

5

の上方と下方とに設置された2つの磁場発生器により圧粉成形用型の上面と下面とにそれぞれ同一の極性の磁場を発生させた状態で圧粉を行う磁場中成形をするようにしている。ここで、同一の極性とは、N極とN極或いはS極とS極のことである。

【0020】このような磁場中成形をすると、リングの径方向に向かう磁界が発生し、この磁界に平行に形状異方性軟磁性粉末の長軸方向が向いて並ぶので、形状異方性軟磁性粉末をその長軸方向をリングの径方向に向けて配向させることができる。

【0021】従って、本発明に係る高周波用圧粉磁心の製造方法によれば、形状異方性軟磁性粉末がその長軸方向をリングの径方向に向けて配向した高周波用圧粉磁心、即ち、本発明に係る高周波用圧粉磁心を製造し得る。故に、ヒステリシス損が小さく、引いては鉄損の低減がはかれる高周波用圧粉磁心を得ることができる。

【0022】本発明において、鉄を主成分とする軟磁性粉末としては、純鉄や鉄基合金よりなる軟磁性粉末が使用でき、その種類は特に限定されるものではなく、例えば珪素鋼粉、センダスト粉、アモルファス粉、パーマロイ粉等の軟磁性粉末を使用できるが、形状異方性を付与して形状異方性軟磁性粉末とするための偏平加工を行う際の加工性を考慮すると、高純度低炭素鉄粉を用いることが望ましく、又、該鉄粉を用いると、より一層の形状異方性軟磁性粉末の保持力低下によるヒステリシス損の低減がはかれる。

【0023】

【実施例】鉄を主成分とする軟磁性粉末の一種であるところの高純度低炭素鉄粉をボールミルにより偏平加工して形状異方性軟磁性粉末にした。該形状異方性軟磁性粉末を還元処理により酸素濃度を1000ppm以下に低下させた後、磷酸を主成分とする水ガラスによって絶縁処理を施した。

【0024】上記絶縁処理後、図1に示す如く磁場中成形をした。即ち、圧粉成形用金型2の上方及び下方に磁場発生用コイル5及び6を設置し、この金型2内に上記絶縁処理後の形状異方性軟磁性粉末4を充填し、前記磁場発生用コイル5及び6により金型2の上面側にN極の磁場を発生させると共に金型2の下面側にN極の磁場を発生させ、その状態で上パンチ1及び下パンチ3により金型2内に圧縮力を加え、それによりリング状に圧粉成形（圧粉・接合・固化）した。しかる後、このリングを窒素雰囲気中において加熱温度：450℃で歪とり焼鈍を行い、本発明の実施例に係る高周波用圧粉磁心を得た。尚、この加熱温度：450℃は形状異方性軟磁性粉末4の表面の絶縁処理皮膜の耐熱性限界温度未満の温度であり、該絶縁処理皮膜の損傷を招くことはない。

【0025】このようにして得られた本発明の実施例に係る高周波用圧粉磁心7の外観図を図2に、上断面図（模式図）を図3に、側断面図（模式図）を図4に示

6

す。この高周波用圧粉磁心7は、図3や図4に示す如く、形状異方性軟磁性粉末4がその長軸方向をリングの径方向に向けて配向している。

【0026】一方、磁場発生用コイル5及び6による磁場の発生をさせない状態とし、この点を除き上記本発明の実施例と同様の方法及び条件で圧粉成形、歪とり焼鈍を行い、比較例に係る高周波用圧粉磁心を得た。この高周波用圧粉磁心は、形状異方性軟磁性粉末の長軸がアトラランダムな方向に向いたものとなる。

10 【0027】上記本発明の実施例に係る高周波用圧粉磁心7及び比較例に係る高周波用圧粉磁心について磁気特性を調べた。その結果の一部を図5及び6に示す。

【0028】図5は、圧粉成形の際の圧縮力を面圧で4 ton/cm<sup>2</sup> (392MPa) とし、本発明の実施例については磁場発生用コイル5及び6により1 T（テスラ）の磁場を発生させるという条件で得られた高周波用圧粉磁心についての直流磁気特性を示した図である。図5から、本発明の実施例に係る高周波用圧粉磁心7は、比較例に係る高周波用圧粉磁心に比べて、保磁力が低下していることがわかる。

20 【0029】図6は、上記高周波用圧粉磁心（図5に係るものと同一のもの）について、高周波特性を比較したものでヒステリシス損の周波数特性を示した図である。図6から、本発明の実施例に係る高周波用圧粉磁心7は、比較例に係る高周波用圧粉磁心に比べて、ヒステリシス損が低く、前記の如き形状異方性軟磁性粉末の配向によりヒステリシス損の低減がはかれることがわかる。

30 【0030】尚、前記形状異方性軟磁性粉末の絶縁処理は、該粉末の表面に絶縁皮膜を形成させ、それにより渦電流損の抑制をはかるために施されるものである。上記実施例においては圧粉成形用金型内に形状異方性軟磁性粉末を充填する前に絶縁処理を施したが、形状異方性軟磁性粉末と樹脂粉末（絶縁処理材）とを金型内に充填し、混合する方法により絶縁処理を施すこともできる。

【0031】上記実施例においては磁場発生用コイル5及び6により金型2の上面側にN極の磁場、金型2の下面側にN極の磁場を発生させたが、これに代えて、金型2の上面側にS極の磁場、金型2の下面側にS極の磁場を発生させても同様の効果が得られる。

40 【0032】

【発明の効果】本発明に係る高周波用圧粉磁心は、従来の高周波用圧粉磁心B（形状異方性軟磁性粉末の長軸がアトラランダムな方向に向いているもの）に比べ、ヒステリシス損が小さく、引いては、高周波用圧粉磁心として好適に使用でき、鉄損、消費電力、発熱の低減がはかれるようになるという効果を奏する。本発明に係る高周波用圧粉磁心の製造方法は、上記の如きヒステリシス損が小さくて優れた特性を有する高周波用圧粉磁心を得ることができるようになるという効果を奏する。

50 【図面の簡単な説明】

( 5 )

特開平08-167518

【図1】 実施例に係る高周波用圧粉磁心の磁場中成形状況の概要を説明する図である。

【図2】 本発明の実施例に係る高周波用圧粉磁心の外観を示す斜視図である。

【図3】 本発明に係る高周波用圧粉磁心に係る形状異方性軟磁性粉末の配向状況を模式的に示す上断面図である。

【図4】 本発明に係る高周波用圧粉磁心に係る形状異方性軟磁性粉末の配向状況を模式的に示す側断面図である。

る。

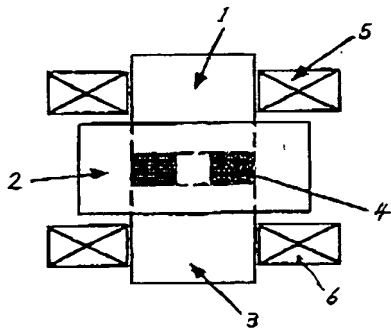
【図5】 本発明の実施例及び比較例による保磁力の相違を説明する図である。

【図6】 本発明の実施例及び比較例に係る周波数とヒステリシス損失との関係を示す図である。

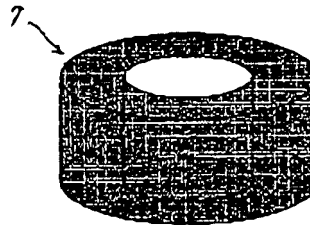
【符号の説明】

1—上パンチ、2—圧粉成形用金型、3—下パンチ、4—形状異方性軟磁性粉末、5—磁場発生用コイル、6—磁場発生用コイル、7—高周波用圧粉磁心。

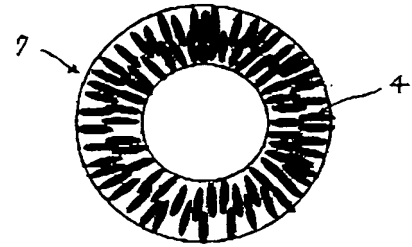
【図1】



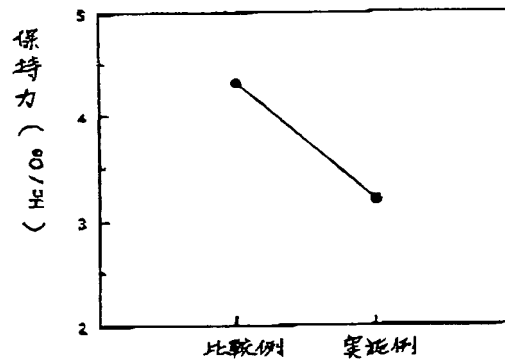
【図2】



【図3】



【図5】



【図6】

